

Теплота и работа при изопроцессах

Изотермический ($T = \text{const}$)

Согласно определению **T4** элементарная работа

Подставим P из уравнения Менделеева-Клапейрона
- получим формулу для элементарной работы при
изотермическом процессе

Интегрируя, найдем работу для произвольного
изотермического РТПр

(1 и 2 – начальное и конечное РТС)

Из определения **P5_v** следует

Определение **P4** означает, что теплоемкость при
изотермическом процессе бесконечно большая

$$\delta A = PdV$$

$$\delta A = \frac{m}{\mu} RT \frac{dV}{V}$$

$$A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \boxed{P7}$$

$$dU = \frac{m}{\mu} (c_{\mu})_V dT \Rightarrow \boxed{dU \equiv 0}$$

$$C_T = \left(\frac{\delta Q}{dT} \right)_T \rightarrow \infty \Rightarrow \boxed{dQ \equiv \delta A}$$

Теплота и работа при изопроцессах

Изохорический ($V=\text{const}$)

Согласно определению $T4$ элементарная работа

$$\delta A = P dV \equiv 0$$

Тогда из первого начала термодинамики получим

$$dQ \equiv \delta U = \frac{m}{\mu} (c_{\mu})_V dT$$

Интегрируя это уравнение, несложно найти, что

$$Q = \frac{m}{\mu} (c_{\mu})_V \Delta T \quad \boxed{P8}$$

Определение теплоемкости при изохорическом процессе можно получить, используя **уравнение Майера**

$$C_V = \frac{m}{\mu} (c_{\mu})_V = \frac{C_p - C_V}{C_p - C_V} C_V = \frac{m}{\mu} \frac{R}{C_p / C_V - 1} = \frac{m}{\mu} \frac{R}{\kappa - 1} \quad \boxed{P9}$$

Таким образом, используя **показатель адиабаты**, для **элементарного количества тепла** можно еще написать

$$\delta Q = \frac{m}{\mu} \frac{R}{\kappa - 1} dT$$

Теплота и работа при изопроцессах

Изобарический ($P=\text{const}$)

Согласно определению **T4** элементарная работа
Интегрируя, найдем работу для произвольного
изобарического **PTPr**
(1 и 2 – начальное и конечное **PTC**)

Из определения **P5_p** следует

Соответственно, определение **P5_v** позволяет найти
изменение внутренней энергии

Используя формулу **P9**, для теплоемкости при
изобарическом процессе легко получить

$$\delta A = PdV$$

$$A = P(V_2 - V_1)$$

$$P10$$

$$Q = \frac{m}{\mu} (c_{\mu})_p (T_2 - T_1)$$

$$P11$$

$$\Delta U = \frac{m}{\mu} (c_{\mu})_v (T_2 - T_1)$$

$$P12$$

$$C_p = \frac{C_p}{C_v} C_v = \frac{m}{\mu} \frac{\kappa R}{\kappa - 1}$$

$$P13$$

Теплота и работа при изопроцессах

Адиабатический ($Q = \text{const}$)

Первое начало термодинамики для адиабатического процесса

$$dU + PdV = 0$$

Тогда, согласно определению $T4$ элементарная работа

$$\delta A = PdV = -dU$$

Интегрируя, найдем работу для произвольного адиабатического РТПр

(1 и 2 – начальное и конечное РТС)

$$A = U_1 - U_2$$

Из определения $P5_p$ следует

P14

Используя определение $P4$, для теплоемкости при адиабатическом процессе легко получить

$$\Delta U = \frac{m}{\mu} (c_{\mu})_V (T_2 - T_1)$$

P15

$$C_A = \left(\frac{\delta Q}{dT} \right)_Q \equiv 0$$